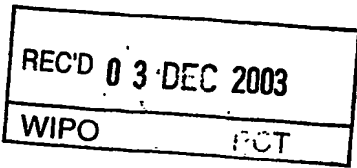


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP 03/11347
EPO-BERLIN

17-11-2003



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

Aktenzeichen:

203 08 332.6

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Anmeldetag:

22. Mai 2003

Anmelder/Inhaber:

REINZ-Dichtungs-GmbH & Co KG, Neu-Ulm/DE

Bezeichnung:

Elektrochemisches Verdichtersystem

Priorität:

14.10.2002 DE 102 48 531.3

IPC:

H 01 M, C 25 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 6. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Schmidt C.

Pfenning, Meinig & Partner GbR



Patentanwälte

European Patent Attorneys

European Trademark Attorneys

Dipl.-Ing. J. Pfenning (-1994)

Dipl.-Phys. K. H. Meinig (-1995)

Dr.-Ing. A. Butenschön, München

Dipl.-Ing. J. Bergmann*, Berlin

Dipl.-Chem. Dr. H. Reitzle, München

Dipl.-Ing. U. Grambow, Dresden

Dipl.-Phys. Dr. H. Gleiter, München

Dr.-Ing. S. Golkowsky, Berlin

*auch Rechtsanwalt

80336 München, Mozartstraße 17

Telefon: 089/530 93 36

Telefax: 089/53 22 29

e-mail: muc@pmp-patent.de

10719 Berlin, Joachimstaler Str. 10-12

Telefon: 030/88 44 810

Telefax: 030/881 36 89

e-mail: bln@pmp-patent.de

01217 Dresden, Gostritzer Str. 61-63

Telefon: 03 51/87 18 160

Telefax: 03 51/87 18 162

e-mail: dd@pmp-patent.de

Berlin

22. Mai 2003

037GM 0855

REINZ-Dichtungs-GmbH & Co. KG

Reinzstr. 3-7

89233 Neu-Ulm

Elektrochemisches Verdichtersystem

REINZ-Dichtungs-GmbH & Co. KG
RZ 14/03

Elektrochemisches Verdichtersystem

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrochemisches Verdichtersystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Elektrochemische Verdichtersysteme können z.B. Elektrolyseure sein, die durch Anlegen eines Potentials neben der Erzeugung von z.B. Wasser und Sauerstoff aus Wasser diese Gase gleichzeitig unter hohem Druck komprimieren.

15 Daneben sind auch elektrochemische Systeme wie z.B. elektrochemische Wasserstoffkompressoren bekannt, welchen gasförmiger molekularer Wasserstoff zugeführt wird und dieser durch das Anlegen eines Potentials elektrochemisch verdichtet wird. Diese elektrochemische Verdichtung bietet sich insbesondere für geringe Mengen zu verdichtenden Wasserstoff an, da eine mechanische Kompression des Wasserstoffes hier deutlich
20 aufwendiger wäre.

Es sind elektrochemische Verdichtersysteme bekannt, bei denen ein elektrochemischer Zellstapel mit einer Schichtung von mehreren elektrochemischen Zellen, welche jeweils durch Bipolarplatten voneinander getrennt sind, aufgebaut ist. Die Bipolarplatten haben hierbei mehrere Aufgaben:

- 10 - Elektrische Kontaktierung der Elektroden der einzelnen elektrochemischen Zellen und Weiterleitung des Stroms zur benachbarten Zelle (Serienschaltung der Zellen),
- Versorgung der Zellen mit Reaktanden wie z.B. Wasser oder Gase und z.B. Abtransport des erzeugten Reaktionsgases über eine entsprechende Verteilerstruktur,
- 15 - Weiterleiten der bei der Erzeugung in der elektrochemischen Zelle entstehenden Abwärme, sowie
- Abdichten der verschiedenen Medien- bzw. Kühlkanäle gegeneinander und nach außen.
- 20

Für die Medienzu- bzw. -abfuhr von den Bipolarplatten zu den eigentlichen elektrochemischen Zellen (diese sind z.B. MEA (Membrane Elektron Assembly) mit einer jeweils zu den Bipolarplatten hin orientierten Gasdiffusionslage z.B. aus einem Metallvlies) weisen die Bipolarplatten Öffnungen zur Kühlung bzw. Medienzu- und -abfuhr auf.

- 30 Insbesondere in Bezug auf die Gasdiffusionslage ergeben sich hier regelmäßig Schwierigkeiten. Üblich ist es bisher, die Abdichtung zwischen den Bipolarplatten bzw. zwischen Bipolarplatten und der elektrochemischen Zelle dadurch auszuführen, dass z.B. in eine Nut der Bipolarplatte eine Elastomerdichtung eingelegt wird. Durch Ausübung von Druckspannung (etwa
- 35

mittels Spannbändern) auf den elektrochemischen Zellstapel erfolgt dann ein Verpressen der Dichtung, wodurch eine Dichtwirkung für die Öffnungen erzielt werden soll.

5

10

15

20

25

30

35

Nun ist bei der eingelegten Gasdiffusionslage problematisch, dass diese als Faservlies (mit Metallfasern) oder Metallnetz ausgeführt sein kann. Industrieübliche Faservliese haben eine Sollstärke von z.B. 1 mm, die Fertigungstoleranz liegt jedoch bei $\pm 100 \mu\text{m}$. Die Metallfasern, welche das Vlies aufbauen, sind selbst nur wenig elastisch. Außerdem empfiehlt es sich auch nicht, Herstellungstoleranzen des Faservlieses durch Zusammenpressen des Vlieses auszugleichen, da hiermit die Gaspermeabilität der Vliesschicht stark beeinträchtigt wird und somit der Betrieb der elektrochemischen Zelle eingeschränkt wird. Andererseits ist es jedoch erforderlich, durch die Bipolarplatte einen Mindestdruck auf die gesamte Gasdiffusionslage auszuüben, damit es zu einer ausreichenden Stromleitung durch die Gasdiffusionslage kommt. Es lässt sich also zusammenfassen, dass bei den bisherigen Elastomerdichtungen somit entweder eine nicht perfekte Dichtwirkung oder ein nicht optimaler Betrieb der elektrochemischen Zelle in Kauf zu nehmen waren. Hinzu kommen, insbesondere bei mit molekularem Wasserstoff betriebenen elektrochemischen Zellen, Permeationsverluste von H_2 vor, welches durch die Elastomerdichtung hindurch diffundiert.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine sichere Abdichtung der Öffnungen in einem elektrochemischen Zellstapel zu möglichst geringen Kosten zu erreichen.

Diese Aufgabe wird durch ein elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 1 gelöst.

5 Dadurch, dass zumindest bereichsweise elastische Sickenanordnungen zur Abdichtung der Öffnungen vorgesehen sind, wird eine sichere Abdichtung über einen langen elastischen Weg der Sickenanordnung erreicht. Unter Öffnungen wird hierbei in der vorliegenden Anmeldung ein praktisch beliebiger abzudichtender Bereich verstanden. Dies kann z.B. eine Durchgangsöffnung für ein Reaktionsfluid (z.B. H_2 oder Wasser) oder ein Kühlmittel sein. Es kann aber z.B. auch der elektrochemisch aktive Bereich sein, in dem z.B. die Gasdiffusionslage angeordnet ist oder Verschraubungslöcher vorgesehen sind. Die elastische Sickenanordnung erlaubt stets in einem weiten Toleranzbereich Herstellungstoleranzen von z.B. Gasdiffusionslagen auszugleichen und trotzdem eine optimale Dichtwirkung bereitzustellen.

20 Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

30 Eine sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Sickenanordnung zur Mikroabdichtung mit einer dünnen Beschichtung mit einer Dicke zwischen 1 μm bis 400 μm ausgeführt ist. Die Beschichtung ist vorteilhafterweise aus einem Elastomer wie Silikon, Viton oder EPDM (Ethylen/Propylen-Dien-Terpolymere), der Auftrag erfolgt vorzugsweise im Siebdruckverfahren, Tampondruckverfahren, Spritzen oder durch CIPG (cured in place gasket; d.h. flüssig an dem Ort der Dichtung eingebrachtes Elastomer, das dort ausgehärtet ist.). Durch diese Maßnahmen wird erreicht, dass z.B. die Wasserstoffdiffusion durch die Dichtung auf ein extrem geringes Maß reduziert

wird, da die Höhe des permeablen Materials auf ein Minimum angepasst wird. Hierbei ist anzustreben keine zusätzliche geometrische Höhe zu gewinnen, sondern lediglich einen Rauigkeitsausgleich zur Mikroabdichtung zu schaffen.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Sickenanordnung eine Vollsicke oder eine Halbsicke enthält. Hierbei ist es innerhalb einer Sickenanordnung auch möglich, beide Formen vorzusehen, da sich je nach Verlauf der Sickenanordnung in der Ebene andere Elastizitäten als sinnvoll erweisen können, z.B. dass in engen Radien eine andere Sickengeometrie sinnvoll ist als bei geraden Verläufen der Sickenanordnung.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Sickenanordnung sieht vor, dass die Sickenanordnung zumindest bereichsweise als um den elektrochemisch aktiven Bereich sich erschließende und um diesen bereichsweise hin offene Halbsicke ausgeführt ist. Diese ist also so angebracht, dass sie zur Hochdruckseite hin offen ist, hierdurch wird erreicht, dass durch die Erhöhung des Innendrucks die Erhöhung des Anpressdrucks der Sicke gegen die Dichtfläche der nächsten Bipolarplatte (bzw. die dazwischen liegende Membran) erreicht wird. Da der elektrochemische Verdichterstapel von außen durch Endplatten, die mit Spannbändern oder ähnlichem zusammengehalten werden, stabilisiert wird, ist ein Ausweichen der gestapelten Einzelzellen nur eingeschränkt möglich. Es kommt nicht zu einer "Aufdehnung" der Gesamtanordnung sondern lediglich zu einem Anstieg der Anpresskraft in Bereichen der Dichtung, so dass es sogar zu einer Selbststabilisierung der Dichtungen bzw. der Gesamtanordnung kommt. Die Halbsicke ist also so ausgelegt, dass durch eine

Druckerhöhung im System (dieser Innendruck kann über 200 bar, vorzugsweise über 700 bar, besonders vorzugsweise über 1.000 bar bis hin zu 5.000 bar betragen) in dem elektrochemisch aktiven Bereich die in Richtung des elektrochemischen Verdichterstapels gerichtete Flächenpressung so erhöht wird, dass Dichtigkeitsprobleme ausgeschlossen sind und hiermit in Bezug auf die Dichtung quasi ein "selbststabilisierendes" System bereitgestellt wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die Sickenanordnung aus Stahl ist. Stahl bietet den Vorteil, dass seine Bearbeitung mit üblichen Werkzeugen sehr kostengünstig möglich ist, außerdem sind z.B. Methoden zur Beschichtung von Stahl mit dünnen Elastomerschichten gut erprobt. Die guten Elastizitätseigenschaften von Stahl ermöglichen den erfindungsgemäßen langen elastischen Dichtungsbereich der Erfindung gut auszubilden. Hierbei bietet es sich insbesondere an, dass die Sickenanordnung an der Bipolarplatte angebracht ist. Hierbei gibt es zum einen die Möglichkeit, dass die Bipolarplatte insgesamt als ein Stahlformteil ausgeführt ist (welches zur Korrosionsbeständigkeit oder Leitfähigkeit unter Umständen bereichsweise mit einer Beschichtung versehen ist). Es ist jedoch auch möglich, dass die Bipolarplatte als Verbundelement zweier Stahlplatten mit einer dazwischen liegenden Kunststoffplatte ausgeführt ist. In jedem Fall können jedoch die guten Fertigungsmöglichkeiten von Stahl ausgenutzt werden, es ist möglich die Sickenanordnung innerhalb eines sowieso stattfindenden Fertigungsschrittes (z.B. dem Prägen eines Flowfields, d.h. eines „Strömungsfeldes“) vorzunehmen. Hierdurch ergeben sich sehr geringe Kosten, es sind auch keine zusätzlichen Fehlerquellen durch Extrabauteile, wie etwa zusätzlich eingelegte Elasto-

verdichtungen gegeben.

5 Allerdings ist es erfindungsgemäß auch möglich, die Sickenanordnung aus anderen Metallen, wie etwa Stahl, Nickel, Titan oder Aluminium und deren Legierungen vorzusehen. Die Auswahl, welches Metall zu bevorzugen ist, hängt hierbei z.B. auch von den gewünschten elektrischen Eigenschaften ab oder dem gewünschten Grad der Korrosionsbeständigkeit.

10 Somit wird es möglich, die Kompressionskennlinie der Sicke z.B. an eine Gasdiffusionslage anzupassen. Dies muss jedoch nicht nur für Gasdiffusionslagen gelten, die Sickenlinie kann allgemein an Bauteilen mit geringer Elastizität gut angepasst werden. Die gesickte Dichtung ist flexibel gestaltbar und damit außerdem bei allen Herstellern elektrochemischer Verdichtersysteme gut und ohne hohe Umrüstkosten anwendbar.

20 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die Sickenanordnung einen Stopper aufweist, der die Kompression der Gasdiffusionslage auf eine Mindestdicke begrenzt. Es handelt sich hierbei um einen inkompressiblen Teil der Sickenanordnung bzw. einen Teil, dessen Elastizität sehr viel geringer ist als der der eigentlichen Sicke. Hierdurch wird erreicht, dass der Grad der Verformung im Sickenbereich begrenzt wird, so dass es nicht zu einem völligen Plan-drücken der Sicke kommen kann.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die Sickenanordnung auf einem von der Bipolarplatte separaten Bauteil angeordnet ist. Dies ist besonders dann günstig, wenn die Bipolarplatten aus für Sickenanordnungen ungeeignetem Material bestehen.
35 Das separate Bauteil wird auf die Bipolarplatte dann

aufgelegt oder durch Kleben, Einklicken, Einschweißen, Einlöten oder Umspritzen integriert, so dass sich insgesamt eine dichtende Verbindung zwischen dem separaten Bauteil und der Bipolarplatte ergibt.

5

Schließlich sieht eine weitere vorteilhafte Ausführungsform vor, dass die Sickenanordnung aus einem Elastomerwulst ausgeführt ist. Eine solche Sicke ist im Siebdruckverfahren oder Tampondruck aufbringbar. Sie dient sowohl der Mikro- als auch der Makroabdichtung. Die Wulst übernimmt auch die Funktion der Weganpassung an eine Gasdiffusionslage.

10

15

20

25

30

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass das elektrochemische Verdichtersystem als Elektrolyseur ausgeführt ist. Hier wird auf der einen Seite der elektrochemischen Zelle eingeleitetes Wasser elektrochemisch in molekularen Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. Hierzu werden Membranen aus Nafion oder ähnlichen protonenleitenden Systemen verwendet, es können aber auch Separatoren verwendet werden, die z.B. mit Kaliumhydroxid getränkte PTFE-Schäume enthalten. Auch poröse keramische Strukturen, mit Kaliumhydroxid getränkt, sind mögliche Separatoren, z.B. auf Nextel-Basis oder auch hydroxidleitende Strukturen. Die Anpresskräfte (Flächenpressungen der Dichtung in Hauptrichtung des elektrochemischen Zellstapels) können zwischen 0,1 und 200 N/mm², vorzugsweise über 10 N/mm², besonders vorzugsweise über 50 N/mm² liegen.

35

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass das elektrochemische Verdichtersystem ein Wasserstoffverdichter ist, welcher auf der ersten Seite einer protonenleitenden elektrochemischen Membran eingebrachten molekularen Wasserstoff zu H⁺ oxidiert

und auf der zweiten Seite wieder zurück zu molekularem Wasserstoff reduziert, wobei durch die Abdichtung und räumliche Gestaltung auf der zweiten Seite der dortige molekulare Wasserstoff einem höheren Druck unterworfen wird als auf der ersten Seite. Die Betriebstemperatur sollte hier zwischen 0 und 100°C liegen, denkbar auch 0 - 200°C bzw. 0 - 550°C. Als Membranen können hier hydroxidleitende Strukturen oder auch bekannte protonenleitende Polymermembrane (z.B. aus Nafion) zum Einsatz kommen.

Selbstverständlich können auch andere Gase entsprechend verdichtet werden bei einer geeigneten Wahl des Ionenleiters, z.B. Sauerstoff mit hydroxidleitenden Strukturen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass das vorliegende elektrochemische Verdichtersystem günstigenfalls sehr hohe Drücke vertragen sollte, welche deutlich höher sind als bei anderen elektrochemischen Mechanismen. Der herrschende Gasdruck im elektrochemisch aktiven Bereich sollte ohne Leckverluste zumindest 100 bar, vorzugsweise über 200 bar, besonders vorzugsweise über 500 bar betragen können.

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung beschäftigt sich mit der Aufgabe, eine sichere Abdichtung der Öffnungen in einem elektrochemischen Zellstapel zu möglichst geringen Kosten zu erreichen, wobei auch eine sichere Zuleitung von Medien zur Kühlung oder zum Betrieb der elektrochemischen Zelle (insbesondere O₂ bzw. Luft oder H₂) von den Öffnungen in Kühlhohlräume bzw. zu den elektrochemisch aktiven Bereichen der elektrochemischen Zelle hin sicher gewährleistet werden soll.

Dadurch dass die Öffnungen mindestens einer Bipolarplatte herum elastische Sickenanordnungen vorgesehen sind, wobei an mindestens einer Flanke der Sickenanordnungen Durchbrüche zur Durchleitung flüssiger oder gasförmiger Medien angeordnet sind, wird diese Aufgabe gelöst. Gezeigt ist hier also ein elektrochemisches Verdichtersystem (bzw. für ein Brennstoffzellensystem), bestehend aus einem elektrochemischen Zellstapel (bzw. einem Brennstoffzellenstack) mit einer Schichtung von mehreren elektrochemischen Zellen (bzw. Brennstoffzellen), welche jeweils durch Bipolarplatten voneinander abgetrennt sind, wobei die Bipolarplatten Öffnungen zur Kühlung oder Medienz- und -abfuhr zu den elektrochemischen Zellen (Brennstoffzellen) aufweisen und der elektrochemische Zellstapel (bzw. Brennstoffzellenstack) in Richtung der Schichtung unter mechanische Druckspannung setzbar ist, wobei um die Öffnung der Bipolarplatte herum elastische Sickenanordnungen vorgesehen sind, wobei an mindestens einer Flanke der Sickenanordnungen Durchbrüche zur Durchleitung flüssiger oder gasförmiger Medien angeordnet sind.

Es ist hierbei besonders vorteilhaft, dass zunächst einmal durch die Sickenanordnung bei Aufbringen eines mechanischen Druckes in Richtung der Schichtung des elektrochemischen Zellstapels generell eine Abdichtung der Öffnungen erreicht wird, welche kostengünstig ist und einen guten Toleranzausgleich bietet.

Durch die Durchbrüche in den Flanken der Sickenanordnungen wird zusätzlich noch eine gezielte Zu- bzw. Abführung von Kühlmitteln in entsprechende Kühlmittelhohlräume und außerdem eine gesicherte Medienz- bzw. -abfuhr ermöglicht. Es ist nicht mehr notwendig, dass die Sicke vollkommen unterbrochen werden muss, um quasi orthogonal zur Richtung der Schichtung des

elektrochemischen Zellstapels (welche hier mit der Richtung eines Interface-Kanals zusammenfällt) Kühlmittel bzw. Betriebsmedien zu- oder auch abzuführen. Somit ist es bereits bei der Herstellung dieser Bipolarplatten möglich, die entsprechenden Durchbrüche bereitzustellen, welche später zur Medienzuführung im fertigen elektrochemischen Verdichtersystem führen. Vorteilhaft hierbei ist, dass solche Durchbrüche großindustriell leicht herstellbar sind, durch Variation der Durchbrüche können Strömungswiderstände sowie die Steifigkeit der Sickenanordnung etc. genau vorgegeben werden.

Insbesondere ist eine kostengünstige Herstellung einer Bipolarplatte bzw. von Teilen der Bipolarplatte dadurch möglich, dass eine Metallplatte zunächst mit Löchern versehen wird und anschließend eine mechanische Umformung der gelochten Platte zur Erzeugung der Sickenanordnung so erfolgt, dass die vorher angebrachten Löcher Durchbrüche in mindestens einer Flanke der Sickenanordnung darstellen. Selbstverständlich ist jedoch auch möglich, erst das Profil der Bipolarplatte zu prägen und die Durchbrüche anschließend einzubringen, etwa mit Laserbearbeitung, Stanzversorgung etc.

Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass der Wert der Erfindung darin liegt, dass eine vereinfachte Medienzuführung in den aktiven Bereich der Bipolarplatte möglich ist. Ein "Untertunneln" einer Dichtung ist nicht notwendig, da die Medienzuführung in diesem Falle durch das Dichtungssystem selbst hindurch erfolgt. Dies ist zum einen platzsparend und ermöglicht zum anderen höhere Volumen- und Gewichtsleistungen der elektrochemischen Zelle. Die Erfindung bietet sich insbesondere bei metallischen Bipolar-

larplatten für PEM elektrochemischen Zellen an, welche zumeist aus zwei geprägten Metallblechen aufgebaut sind, die flächig miteinander verbunden sind. Dabei müssen die Medien Wasser, in manchen Fällen

5 Kühlwasser, und die Gase wirksam gegeneinander abgedichtet werden. Wird die Dichtung einer metallischen Bipolarplatte als Sickenkonstruktion ausgeführt, ist die Sicke meist an den Stellen, durch die Medien in den aktiven Bereich einströmen sollen, stark abge-

10 flacht. An diesen Stellen ist keine Abstützung der Membran vorhanden, was zu Gasundichtigkeiten ("Cross-Over") bzw. zum Einfallen der Membran in den Zuführkanal führen kann. Bringt man jedoch in den Flanken der Sicke Durchbrüche an, die den Medien z.B. Wasser-

15 stoff, Luft, destilliertes Wasser, erlauben, quer durch die Sicke hindurch in den Flowfield-Bereich der Bipolarplatte einzuströmen, erreicht man, dass die Sicke ununterbrochen an der Membran anliegt. Hiermit wird eine saubere Abdichtung der Medienströme er-

20 zielt. Die Durchbrüche können hierbei vorteilhafter als Kreise oder auch als Ovale ausgeführt werden, um die Federkennlinie der Sicke nicht merklich zu verändern. Durch eine, an die Sickenkonstruktion angepasste Ausführung der zweiten metallischen Platte im Bereich der Mediendurchführung, wird die Abdichtung

5 zwischen den in der elektrochemischen Zelle auftretenden Fluidströmungen gewährleistet. Die Sicken können dabei als Vollsicken oder Halbsicken ausgeführt werden. Des Weiteren kann die Mediendurchführung

30 durch die Sicke mit angeschlossenen Kanälen erfolgen. Dies ist speziell für die Führung des Kühlmediums von Vorteil. Dies kann so leichter zwischen den Anoden- und den Kathodenplatten geführt werden.

35 Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Durchbrüche in der Flankenebene einen kreis-

förmigen, ovalen oder eckigen Querschnitt aufweisen können. Durch diese Formgebung und die entsprechende Anzahl der Durchbrüche pro Flankenebene können zunächst die Strömungseigenschaften von durch diese Durchbrüche geführten Fluiden beeinflusst werden. Außerdem ist auch die Steifigkeit der Sickenanordnung bei Belastung in Richtung der Schichtung des elektrochemischen Zellstapels hierdurch regelbar, da die entsprechenden Flächenträgheitsmomente auch von der Formgebung der Durchbrüche mit beeinflusst werden.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass sich an einen Durchbruch ein Kanal anschließt, wobei der Kanal mit dem Sickeninnenraum verbunden ist und zumindest zur Sickenaußenfläche hin geschlossen ist. Hierdurch wird erreicht, dass die Durchbrüche nicht direkt vom Sickeninneren nach außen geführt werden, sondern dass eine gezielte Ableitung durch einen Kanal z.B. im Wasserstoffraum der Bipolarplatte möglich ist; hierbei wird das Einleiten von Sauerstoff in die Kathode der elektrochemischen Zelle verhindert. Es ist insbesondere herstellungstechnisch vorteilhaft, dass diese Kanäle auch gleich beim Prägen der Bipolarplatte (wenn diese z.B. aus Metall besteht) mitgeprägt werden können, alternativ ist selbstverständlich das spätere bzw. frühere Anbringen einzelner Kanäle möglich.

Eine andere Weiterbildung sieht vor, dass die Durchbrüche zu dem elektrochemisch aktiven Bereich der elektrochemischen Zelle hin offen sind. Dies wird insbesondere angewandt, um Medien wie Wasserstoff einzuleiten. Selbstverständlich sind in einer einzigen Bipolarplatte auch verschiedene Varianten nebeneinander gleichzeitig möglich, also solche Durchbrüche, welche an Kanäle angeschlossen sind und solche Durchbrüche,

welche keine Kanäle aufweisen.

Eine industriell besonders vielversprechende Ausführungsform sieht vor, dass die Bipolarplatte aus zwei (Metall-)Platten aufgebaut ist, welche einen dazwischen liegenden Hohlraum für Kühlmittel und/oder die Leitung von Mediengasen wie H_2 aufweist. Der Innenraum dieser Bipolarplatte kann hierbei auch in Segmente unterteilt sein, z.B. in solche, welche einerseits der Kühlmittelführung und andererseits der Verteilung von Mediengasen dienen. Diese Segmentierung kann hierbei durch Verbindungsbereiche der beiden Platten gegeben sein, welche z.B. als Verschweißungen oder Verlötungen ausgeführt sind.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Sickenanordnung eine "Vollsicke" oder eine "Halbsicke" enthält. Bei der Vollsicke besteht hierbei die Option, Durchbrüche auf einer oder auf beiden Flanken vorzusehen. Ob eine Halb- bzw. eine Vollsicke gewünscht ist, hängt unter anderem von der gewünschten Steifigkeit oder auch von der Geometrie der Öffnung ab.

Insbesondere bietet sich die Sickenanordnung für Bipolarplatten an, welche aus Metallen wie Stahl, Nickel, Titan oder Aluminium und deren Legierungen bestehen. Hierbei können die Sickenanordnungen Teil einer in der Bipolarplatte geprägten Topographie sein. Es ist jedoch auch möglich, die Sickenanordnung auf einem von der Bipolarplatte zunächst separierten Bauteil anzuordnen, welches dann später insbesondere auf Bipolarplatten aus Metall, Kunststoff, Graphit oder dergleichen aufgelegt oder durch Kleben, Einklinken, Einschweißen, Einlöten oder Umspritzen mit der Bipolarplatte verbunden wird.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Sickenanordnung zur Mikroabdichtung beschichtet ist. Hier wird z.B. mit einer Elastomerschicht, welche z.B. im Siebdruckverfahren die Außenseite der Sickenanordnung aufgebracht wird, gewährleistet, dass eine Mikroabdichtung gegen Mediendurchgang gegeben ist. Diese Elastomerbeschichtung hat außerdem den Zusatzeffekt, dass bei einer auf diese Beschichtung aufgelegten Polymermembran eine "schwimmende" bzw. "gleitende" Fixierung gegeben ist, welche sicherstellt, dass diese Membran der elektrochemischen Zelle auch bei Größenänderungen im Bereich von 10 % einerseits fixiert bleibt und andererseits keine Risse aufgrund zu starrer Fixierung zeigt.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass ein elektrochemisch aktiver Bereich der elektrochemischen Zelle in einem im Wesentlichen geschlossenen Raum angeordnet ist, welcher seitlich von einer Sickenanordnung im Wesentlichen umlaufend begrenzt ist. Dies heißt, dass eine Sickenanordnung nicht nur zur Abdichtung von Öffnungen der Bipolarplatte möglich ist, sondern dass auch eine "Gesamtabdichtung" des Innenraums des elektrochemischen Zellstapels möglich ist.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Sickenanordnungen für Belastungen in Richtung der Schichtung des elektrochemischen Zellstapels in den durchbrochenen sowie den nicht durchbrochenen Flankenbereichen im Wesentlichen dieselbe Steifigkeit aufweisen. Das Einstellen derselben Steifigkeit kann hierbei auf verschiedene Weisen erfolgen. Es kann z.B. durch einen entlang des Verlaufs der Sickena-

nordnung variierenden Flankenwinkel erfolgen (z.B. einen steileren Flankenwinkel in den durchbrochenen Flankenbereichen) bzw. durch eine geeignete Materialverteilung (d.h. z.B. dickere Wandstärken im unmittelbaren Umgebungsbereich der Durchbrüche). Es können z.B. Stähle mit einer maximalen Zugfestigkeit von R_m von 300 bis 1.100 $\frac{N}{mm^2}$, vorzugsweise 600 bis 900

$$\frac{N}{mm^2}$$

zur Anwendung kommen. Diese Stähle haben einen E-

Modul zwischen 150.000 und 210.000 $\frac{N}{mm^2}$.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung werden in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand mehrerer Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a

bis 1c die Art des Aufbaus eines elektrochemischen Zellstapels,

Fig. 2aa, 2ab,

und 2b Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Sickenanordnungen;

Fig. 2c eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Bipolarplatte;

Fig. 3a

bis 3d mehrere Sickenanordnungen mit Stopper;

Fig. 4 einen Ausschnitt einer industrielle gefertigten Bipolarplatte;

5 Fign. 5a
und 5b Veranschaulichung einer Sickenanordnung mit Durchbrüchen;

10 Fign. 6a
bis 6c Veranschaulichung einer Sickenanordnung mit Durchbrüchen sowie daran anschließenden Kanälen.

15 Fig. 1a zeigt den Aufbau einer elektrochemische Verdichteranordnung 12, wie sie in Fig. 1b gezeigt ist. Eine Vielzahl von elektrochemischen Verdichteranordnungen 12 bildet geschichtet den zwischen Endplatten angeordneten Bereich eines elektrochemischen Zellstapels 1 (siehe Fig. 1c).

20 In Fig. 1a ist eine elektrochemische Zelle 2 mit ihren regelmäßigen Bauteilen zu sehen, welche beispielsweise eine ionenleitfähige Polymermembran aufweist, welche im Mittelbereich 2a mit einer Katalysatorschicht beidseitig versehen ist. In der elektrochemischen Verdichteranordnung 12 sind zwei Bipolarplatten 3 vorgesehen, zwischen denen die elektrochemische Zelle 2 angeordnet wird. Im Bereich zwischen jeder Bipolarplatte und der elektrochemischen Zelle ist außerdem eine Gasdiffusionslage 9 angeordnet, welche so bemessen ist, dass sie in einer Ausnehmung der Bipolarplatte unterbringbar ist. Im zusammengebauten Zustand der elektrochemischen Zelle 12 ist der elektrochemisch aktive Bereich der elektrochemischen Zellen, welcher im Wesentlichen von der Gasdiffusionslage überdeckt wird in einem im Wesent-

5

30

35

lichen geschlossenen Raum 10 (dieser entspricht im Wesentlichen der oben erwähnten Ausnehmung der Bipolarplatte) angeordnet, welcher seitlich von einer Sicke 11 im Wesentlichen umlaufend begrenzt ist. Dieser geschlossene Raum 10 ist durch die Sicke 11, welche zu einer Sickenanordnung 7 bzw. 7' gehört (siehe Fig. 2a und 2b), gasdicht.

Durchgangsöffnungen zur Medienzufuhr 5a sowie zur Medienabfuhr 5b liegen innerhalb des Dichtungsbereiches und sind durch die Sicke 11 gegenüber weiteren Durchgangsöffnungen, etwa den Durchgangsöffnungen zur Kühlung 4 (welche eine eigene Sicke aufweisen zur Abdichtung) abgedichtet. Die Dichtwirkung findet hierbei auf sämtliche Sicken durch eine Druckausübung auf den elektrochemischen Zellstapel 1 in Richtung 6 der Schichtung (siehe Fig. 1c) statt. Dies geschieht z.B. mittels hier nicht dargestellten Spannbändern. Die Sicke 11 bietet den Vorteil, dass sie einen großen elastischen Kompressionsbereich aufweist, in welchem sie eine ausreichende Dichtwirkung zeigt. Dies ist besonders vorteilhaft bei Einbau der Gasdiffusionslage 9, welche z.B. aus einem Metallfaservlies (Titan, Edelstahl oder Nickel) ist, welches in der Industrie mit hohen Herstellungstoleranzen hergestellt wird. Durch den weiten elastischen Bereich der Sicke 11 ist eine Anpassung der Sicke an die Geometrie der Gasdiffusionslage möglich. Hierbei wird erreicht, dass einerseits eine seitliche Abdichtung gegeben ist, und andererseits sowohl eine ausreichende Gasverteilung in der Gasdiffusionslagenebene gegeben ist und außerdem der Anpressdruck in Schichtungsrichtung 6 gleichmäßig und ausreichend hoch ist um eine gleichmäßige Stromleitung durch die Gasdiffusionsleitung hindurch zu erzielen. Zur Verbesserung der Mikroabdichtung ist die Sicke 11 an ihrer Außenseite mit einer Beschich-

tung aus einem Elastomer versehen, welches z.B. im Siebdruckverfahren aufgebracht wurde.

5 Um die Verpressung der Gasdiffusionslage zu begrenzen, ist die Sickenkonstruktion mit einem Stopper ausgeführt. Auf diesen Stopper, welcher als Umfaltung, als Wellenstopper oder auch als Trapezstopper ausgeführt sein kann, wird weiter unten bei der Beschreibung der Fign. 3a bis 3d nochmals näher eingegan-
10 gen. Allen Stoppern ist die Funktion zu Eigen, dass sie das Zusammenpressen der Sicke auf ein Mindestmaß begrenzen können.

15 Die Bipolarplatte 3 ist vorliegend als ein Metallformteil ausgeführt. Bezüglich der leichten Herstellbarkeit sowie der Vorteilhaftigkeit von Stahl in Verbindung mit Sickenanordnungen wird auf das bereits Gesagte verwiesen.

20 Ist die Bipolarplatte z.B. aus einem Metall geformt, welches nicht zur Herstellung geeigneter Sickengeometrien mit der notwendigen Elastizität geeignet ist, kann der Sickenbereich aus einem anderen geeigneten Material (z.B. Stahl) ausgeführt werden. Durch Füge-
5 verfahren wie Schweißen, Löten, Kleben, Nieten, Einklinken findet dann eine Verbindung des separaten Sickenbauteils mit der Bipolarplatte statt. Sind die Bipolarplatten aus einem anderen Material als Metall, z.B. aus Graphitkomposit, Kunststoff oder Graphit,
30 kann der Sickenbereich aus einem geeigneten Material als Rahmen ausgeführt sein. Durch Fügeverfahren wie Einschmelzen, Umspritzen, Schweißen, Löten, Kleben, Nieten, Einklinken, wird das Basismaterial der Bipolarplatte, welches das Flowfield enthält, mit einem
35 Sickendichtungsrahmen, welcher die Sicken enthält, gas- bzw. flüssigkeitsdicht verbunden.

Fig. 2aa und 2ab zeigen Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Sickenanordnung. In Fig. 2aa ist ein Querschnitt durch die Sickenanordnung 7 gezeigt, welche die Sicke 11, welche als Halbsicke ausgeführt ist, zeigt. Die im Wesentlichen umlaufende Sicke 11 umschließt, wie bereits in den Ausführungen zu Fig. 1a erläutert, die Gasdiffusionslage 9. In Fig. 2aa ist die Sicke 11 als sogenannte Halbsicke, also z.B. viertelkreisförmig, ausgeführt. Da der Innenbereich der Elektrochemische Zelle durch eine Dichtung eingeschlossen werden muss, und es zu Kreuzungen im Bereich der Medienkanäle (siehe Fig. 2c) kommt, ist eine abwechselnde Ausführung als Voll- bzw. Halbsicke nötig. Hierbei kann eine Vollsicke in zwei Halbsicken übergehen, welche dann jeweils für sich eine dichten- de Wirkung haben. Daneben bietet der Einsatz einer Voll- bzw. Halbsicke die Möglichkeit, die Elastizität in einem weiten Rahmen anzupassen.

Fig. 2aa zeigt die Sickenanordnung 7 im unverpressten Zustand. Bei Ausübung von mechanischer Druckspannung auf dem elektrochemischen Zellstapel erfolgt ein Verpressen in Richtung 6, so dass die Sickenanordnung 7 bzw. die Sicke 11 eine bezüglich der Gasdiffusionslage gasdichte seitliche Abdichtung für den geschlossenen Raum 10 bildet.

Fig. 2ab zeigt einen anderen Ausschnitt der Sickenanordnung 11. Diese ist als Halbsicke ausgeführt. Diese Halbsicke bzw. Sickenanordnung in Form einer Halbsicke ist über eine Schweißnaht 27 mit einer Bipolarplatte 3 verbunden. Auf der Oberseite der Halbsicke, welche im wesentlichen "S"-förmig gestaltet ist, ist die Membran 2 aufgelegt. Der elektrochemisch aktive Bereich wird somit gasdicht durch die Membran 2,

die Halbsicke 11 sowie die Bipolarplatte eingeschlossen, so dass hier ein Innendruck p_{innen} gegeben ist. Eine Gasdiffusionslage aus Metallfaservlies, in diesem Fall Titanfaservlies, ist im elektrochemisch aktiven Bereich eingelegt. Die zumindest bereichsweise auf diese Art angeordnete Halbsickenanordnung ist so ausgelegt, dass durch eine Druckerhöhung im elektrochemisch aktiven Bereich die obere Flanke des "S" (siehe auch breiten Pfeil) aufgrund des erhöhten Innendrucks p_{innen} nach oben geschoben wird und somit die Flächenpressung in dieser oberen Flanke des "S" erhöht wird. Da der gesamte elektrochemische Zellstapel durch Spannbänder auf ein Mindestmaß in der Gesamtlängung in Richtung des elektrochemischen Zellstapels begrenzt ist, kommt es also hier zu einer Erhöhung der Flächenpressung im Bereich dieser Flanke und somit zu einer noch besseren Abdichtung, es handelt sich quasi um ein "selbststabilisierendes System".

Fig. 2b zeigt eine weitere Sickenanordnung, die Sickenanordnung 7'. Der einzige Unterschied dieser Anordnung zu der aus Fig. 2a besteht darin, dass hier eine Sicke 11' als Vollsicke (hier annähernd mit Halbkreisquerschnitt) ausgebildet ist. Es gibt noch zahlreiche weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. So ist es z.B. möglich noch andere als die hier gezeigten Sickengeometrien zu zeigen, auch Mehrfachsicken sind möglich. Außerdem ist die erfindungsgemäße Sickendichtung für sämtliche Dichtungen im Bereich des zu verpressenden elektrochemischen Zellstapels möglich. So ist es nicht nur möglich, den elektrochemisch aktiven Bereich um die Gasdiffusionslage abzudichten, sondern auch beliebige Durchgänge für gasförmige oder flüssige Medien etc. Bei der Abdichtung um die elektrochemischen Zellen-Stapel-Montage-

Führung (Schraublöcher) kann die Elastizität einer Sickenanordnung dazu verwendet werden, um einem Setzungsvorgang im Stapel entgegenzusteuern und mögliche Toleranzen auszugleichen.

5

Fig. 2c zeigt eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform 3' einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte. Hierbei sind die Sickenanordnungen in der Draufsicht durch eine breite Strichführung zu erkennen.

10

Die Sickenanordnungen dienen hierbei zur Abdichtung mehrerer Durchgangsöffnungen.

Fig. 3a bis 3d zeigen verschiedene Sickenanordnungen, welche jeweils einen Stopper aufweisen. Dieser Stopper dient dazu, die Verformung einer Sicke so zu begrenzen, dass diese nicht über ein bestimmtes Maß hinaus zusammengepresst werden kann.

15

So zeigt Fig. 3a eine einlagige Sickenanordnung mit einer Vollsicke 11", deren Verformungsbegrenzung in Richtung 15 durch einen wellenförmigen Stopper 13 erreicht wird. Fig. 3b zeigt eine zweilagige Sickenanordnung, bei welchem eine Vollsicke der oberen Lage durch ein darunter liegendes umgefalztes Blech in der Verformung begrenzt wird. Fig. 3c sowie 3d zeigen Sickenanordnungen, bei denen zumindest zwei Vollsicken sich gegenüberstehen und zur Verformungsbegrenzung entweder ein umgefalztes Blech (siehe Fig. 3c) oder ein gewelltes Blech (siehe Fig. 3d) vorgesehen ist.

20

5

30

Fig. 4 zeigt einen detaillierten Aufbau eines Ausschnitts einer Bipolarplatte 3, welche oben prinzipiell anhand von Fig. 1a erläutert worden ist.

35

Die Bipolarplatte 3 besteht aus zwei Metallplatten 3a

sowie 3b (die untere Platte 3b ist in Fig. 5b zu sehen), welche übereinander angeordnet sind. Die Platte 3a (entsprechendes gilt für die Platte 3b) weist eingeprägte Kanalstrukturen 17 auf, welche sich aus der Blattebene nach oben hin erstrecken. Die zwischen diesen Erhebungen gebildeten Kanäle (angedeutet durch kleine Pfeile 18, welche die Richtung des Kanalverlaufs zeigen) dienen der gezielten Leitung von Gasen zu dem elektrochemisch aktiven Bereich der elektrochemischen Zelle 12 hin.

Die Öffnung 5 ist von einer Vollsicke umgeben und dient der Zufuhr von Medien wie H_2 oder Wasser zu dem elektrochemisch aktiven Bereich. Hierzu ist die die Öffnung 5 umgebende Sickenanordnung 7 mit lochartigen Durchbrüchen 8 versehen, welche ein Zuleiten von Medien durch die Durchbrüche 8 in Richtung der Pfeile 18 erlauben.

Die Öffnung 4 dient dem Zuführen von Kühlflüssigkeit in den Zwischenraum zwischen den Platten 3a und 3b. Die Öffnung 4 ist von einer Sickenanordnung 7' umgeben. Von der Sickenanordnung gehen Kanäle 9, welche sich an nicht dargestellte Durchbrüche 8' anschließen (siehe Fig. 6a), in den Innenraum der Bipolarplatte 3.

Fig. 5a zeigt einen Ausschnitt der oberen Platte 3a einer Bipolarplatte 3. Gezeigt ist die Sickenanordnung 7 im Querschnitt, welche die Öffnung 5 umgibt. Der Schnitt entspricht der Schnittführung A-A, wie in Fig. 2 zu sehen ist. Die Sickenanordnung 7 zeigt im Querschnitt eine Vollsicke, d.h. eine an einen Flachbereich (welcher die Öffnung 5 umgibt) anschließende Flanke 7b, welche aufsteigend ist und nach einem Horizontalstück eine abfallende Flanke 7a, welche sich

an ein weiteres Horizontalstück anschließt. Die Flanken 7b und 7a weisen hierbei kreisförmige Durchbrüche 8 auf, die Zuleitung von Gas, z.B. H_2 , ist durch entsprechende Pfeile (diese entsprechen der Pfeilrichtung 18 in Fig. 2) angezeigt. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Durchbrüche oval bzw. eckig vorzusehen bzw. lediglich eine Halbsicke vorzusehen, bei welcher ausgehend von einem Horizontalbereich lediglich eine abfallende Flanke gegeben wäre. Die Öffnungen 8 sind also zum elektrochemisch aktiven Bereich 12 der elektrochemischen Zelle 2 bzw. der Bipolarplatte 3 hin offen, so dass ein Medienfluid wie z.B. Luft, H_2 oder Wasser hierhin gelangen kann. In alternativen Ausführungen ist es selbstverständlich auch möglich, dass lediglich eine Flanke, z.B. die Flanke 7a, Durchbrüche enthält.

Die Platte 3a ist aus Metall, Titan Grade 1, 2 oder 4; Nickel 200, 201 oder 601 und enthält integral die Sickenanordnung 7. Als Metalle bieten sich hierbei hochlegierte Stähle an, welche für elektrochemische Zellen geeignet sind, z.B. 1.45 71, 1.44 04, 1.44 01 bzw. 1.44 39. Diese sind auch großindustriell leicht verarbeitbar.

Fig. 5b zeigt eine Bipolarplatte 3 in einem elektrochemischen Zellstapel. Gezeigt ist ein Ausschnitt um die Öffnung 5, welche einen "Interface"-Kanal darstellt. Oberhalb sowie unterhalb der Bipolarplatte 3 ist jeweils eine elektrochemische Zelle 2 angeordnet, an welche sich wiederum (teilweise nicht dargestellte) Bipolarplatten anschließen, zur besseren Veranschaulichung wurde auf die Darstellung von gesonderten Gasdiffusionsschichten verzichtet. Ein durch den Interface-Kanal ziehendes Gas durchläuft diesen im Wesentlichen in Richtung 19. Die Hauptströmungsrichtung

tung im Interface-Kanal ist mit dem Pfeil 19 angezeigt, in Richtung der Pfeile 20 erfolgt die Weiterverteilung des Gases in den elektrochemisch aktiven Bereich 25 zwischen Oberseite der Bipolarplatte 3 sowie elektrochemische Zelle 2 und außerdem ist eine Weiterverteilung durch den Hohlraum 14 durch entsprechende Hohlraumgestaltung der Bipolarplatte möglich. Auf entsprechende Weise ist außerdem die Leitung von molekularem Wasserstoff auf der anderen Flachseite der Bipolarplatte 3, d.h. Bereich 21, möglich.

In Fig. 5b ist außerdem gezeigt, wie der Hohlraum 14 durch einen Fügebereich 26 von einem mit Kühlflüssigkeit gefüllten Hohlraum 13 getrennt ist.

Fig. 6a zeigt einen Ausschnitt einer Sicke 7', welche den Umgebungsbereich der Öffnung 4 zeigt (gemäß Schnitt B-B).

Die Sickenanordnung 7' weist wiederum eine Vollsicke auf. Diese Vollsicke weist an ihrer Flanke 7a' Durchbrüche 8' auf, an welche sich an der Außenseite 11 der Sickenanordnung Kanäle 9 anschließen. Diese Kanäle 9 sorgen dafür, dass eine Verbindung mit dem Sickeninnenraum 10 gegeben ist und somit kein Gas, welches in Richtung 22 geleitet wird, an die Sickenaußenfläche 11 gelangen kann.

Fig. 6b zeigt nochmals einen Schnitt durch einen Teil des elektrochemischen Zellstapels, und zwar im Bereich um eine Öffnung 4 (dieser gehört zu einem Interface-Kanal z.B. für Kühlmittel, in diesem Falle destilliertem Wasser). Dieses Wasser fließt generell in Richtung 23, ein Teilstrom wird in Richtung 24 zum Hohlraum 13, welcher die Kühlflüssigkeit beherbergt, abgetrennt. Hierbei ist in Fig. 6b gut zu sehen, dass

durch den Kanal 9, welcher sich an den Durchbruch 8' anschließt, eine einwandfreie Leitung der Kühlflüssigkeit in den Hohlraum 13 gegeben ist, ohne dass der mit O₂ gefüllte Bereich 25 zwischen der Platte 3a und

5

der darüber liegenden elektrochemischen Zelle 2 mit Kühlflüssigkeit kontaminiert wird.

10

Fig. 6c zeigt nochmals eine Detailansicht des Bereiches um die Öffnung 4 in der Draufsicht. Hierzu ist ein entsprechend kleiner Ausschnitt der oberen Platte 3a der Bipolarplatte 3 gezeigt. Es ist besonders gut zu sehen, dass um die Öffnung 4 herum die Sickenanordnung 7' gegeben ist, an deren Flanke 7a' die Kanäle 9 sich anschließen, welche dann (quasi in die Blattebene hinein) Kühlflüssigkeit in den Hohlraum 13 führen.

15

20

REINZ-Dichtungs-GmbH

037GM 0855

Schutzansprüche

5

1. Elektrochemisches Verdichtersystem zur Verdichtung von Gasen und/oder zur Herstellung von Gasen durch Elektrolyse, bestehend aus einem elektrochemischen Verdichterstapel (1) mit einer Schichtung von mehreren elektrochemischen Zellen (2), welche jeweils durch Bipolarplatten (3; 3') voneinander abgetrennt sind, wobei die Bipolarplatten Öffnungen zur Medienzufuhr und -abfuhr (5a, 5b, 10) zu den elektrochemischen Zellen aufweisen und der elektrochemische Zellenstapel in Richtung (6) der Schichtung unter mechanische Druckspannung setzbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest bereichsweise elastische Sickenanordnungen (7; 7') zur Abdichtung der Öffnungen (4, 5a, 5b, 10) und/oder eines elektrochemisch aktiven Bereichs der elektrochemischen Zellen vorgesehen sind.

10

15

20

2. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrochemischen Zellen an ihren den Bipolarplatten zugewandten Seiten Gasdiffusionslagen (9) aus leitfähigen Strukturen wie Metallfasern aufweisen.

25

3. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung (7; 7') zur Mikroabdichtung von Medien beschichtet ist.

30

4. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung mit einem Elastomer erfolgt.
5. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung mittels Siebdruckverfahren, Tampondruck, Spritzen oder CIPG erfolgt.
6. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung (7; 7') eine Vollsicke (11') oder eine Halbsicke (11) enthält.
7. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung (7; 7') aus Metallen wie Stahl, Nickel, Titan, Aluminium, sowie Legierungen mit einem hohen Anteil dieser Metalle ist.
8. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung einen Stopper aufweist, der die Kompression der Gasdiffusionslage auf eine Mindestdicke begrenzt.
9. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung (7; 7') mit der Bipolarplatte (3; 3') verbunden ist.
10. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bipolarplatte (3; 3') insgesamt als Metallformteil ausgeführt ist.

11. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung auf einem von der Bipolarplatte separaten Bauteil angeordnet ist, welches auf Graphit, Kunststoff, Metall oder dergleichen aufgelegt oder durch Kleben, Einklicken, Einschweißen, Einlöten oder Umspritzen integriert wird.
12. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bipolarplatte (3; 3') als Verbundelement zweier Metallplatten mit einer dazwischen liegenden Kunststoffplatte ausgeführt ist.
13. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrochemisch aktive Bereich der elektrochemischen Zellen in einem im Wesentlichen geschlossenen Raum (10) angeordnet ist, welcher seitlich von der Sickenanordnung im Wesentlichen umlaufend begrenzt ist.
14. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung zumindest bereichsweise als zum elektrochemisch aktiven Bereich/geschlossenen Raum (10) hin offene Halbsicke ausgeführt ist.
15. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung als Elastomerwulst ausgeführt ist, welche in Sieb- oder Tampondruck aufgebracht ist oder als Wulst angespritzt ist.
16. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass dieses ein Elektrolyseur ist, welcher auf einer Seite der elektrochemischen Zelle eingeleitetes Wasser elektrochemisch in molekularen Wasserstoff und Sauerstoff aufspaltet.

5

17. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dies ein Wasserstoffverdichter ist, welcher auf der ersten Seite einer protonenleitenden elektrochemischen Zelle eingebrachten molekularen Wasserstoff zu H^+ oxidiert und auf der zweiten Seite wieder zurück zu molekularem Wasserstoff reduziert, wobei durch die Abdichtung und räumliche Gestaltung auf der zweiten Seite der dortige molekulare Wasserstoff einem höheren Druck unterworfen wird als auf der ersten Seite.

10

15

18. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasdruck im elektrochemisch aktiven Bereich so abgedichtet ist, dass der dort im geschlossenen Raum (10) herrschende Gasdruck ohne Leckverluste über 100 bar, vorzugsweise über 200 bar, besonders vorzugsweise über 500 bar betragen kann.

20

25

19. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass um die Öffnungen (4; 5) der Bipolarplatte und/oder den elektrochemisch aktiven Bereich herum elastische Sickenanordnungen (7, 7') vorgesehen sind, wobei an mindestens einer Flanke (7a, 7a') der Sickenanordnungen Durchbrüche (8, 8') zur Durchleitung flüssiger oder gasförmiger Medien angeordnet sind.

30

20. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (8, 8') kreisförmig, oval oder eckig sind.
- 5 21. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass sich an einen Durchbruch (8') ein Kanal (9) anschließt, wobei der Kanal mit dem Sickeninnenraum (10) verbunden ist und zumindest zur Sickenaußenfläche (11) hin geschlossen ist.
- 10 22. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (8) zu dem elektrochemisch aktiven Bereich (12) der Brennstoffzelle hin offen sind.
- 15 23. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Bipolarplatte (3) aus zwei Platten (3a, 3b) aufgebaut ist, welche einen dazwischenliegenden Hohlraum (13) für Kühlmittel und/oder die Leitung
- 20 von Medienfluiden (14) aufweisen.
24. Elektrochemisches Verdichtersystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vollsicke auf einer (7a) oder auf beiden Flanken (7a; 7b) Durchbrüche (8) enthält.
- 25 25. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung (7, 7') Teil einer zu der Bipolarplatte gehörenden Platte (3a) ist.
- 30 26. Elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickenanordnung (7, 7') für

17.11.03 B

6

Belastungen in Richtung (6) der Schichtung in den durchbrochenen sowie den nicht durchbrochenen Flankenbereichen im Wesentlichen dieselbe Steifigkeit aufweist.

5

27. Bipolarplatte für ein elektrochemisches Verdichtersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 26.

Fig. 1a

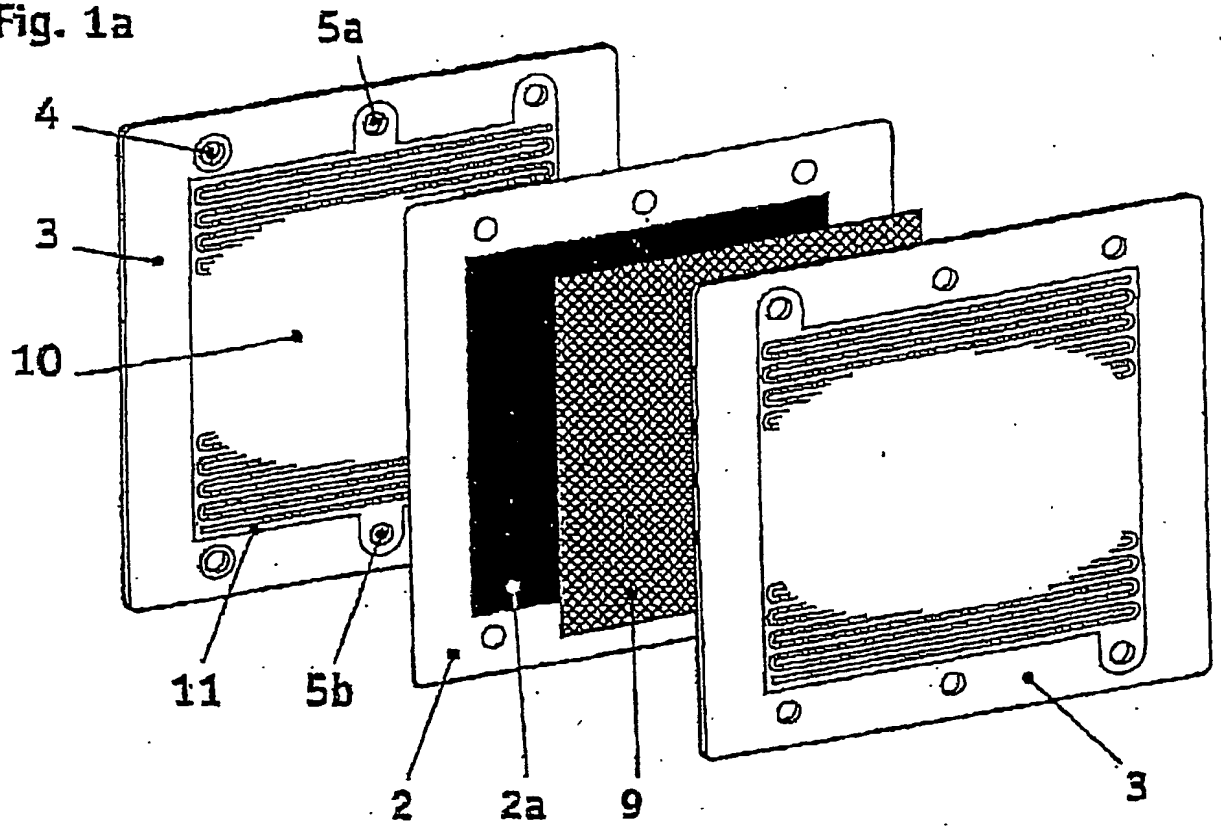
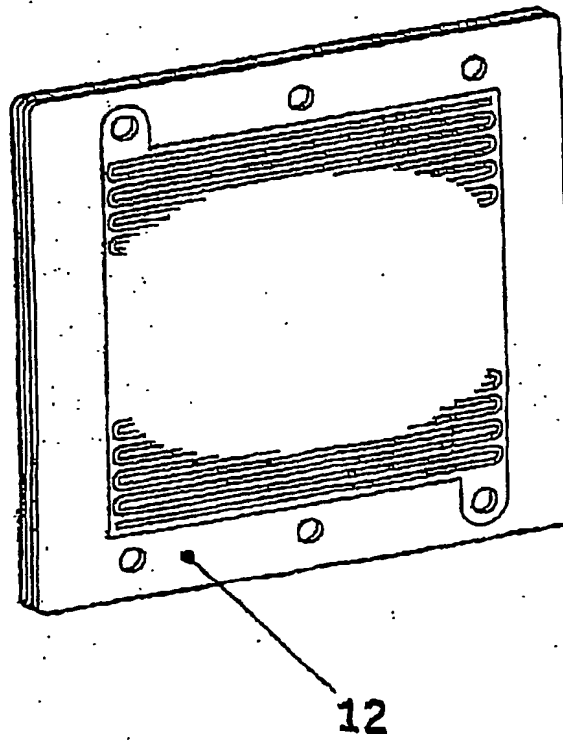


Fig. 1b



17 11 00 B

Fig. 1c

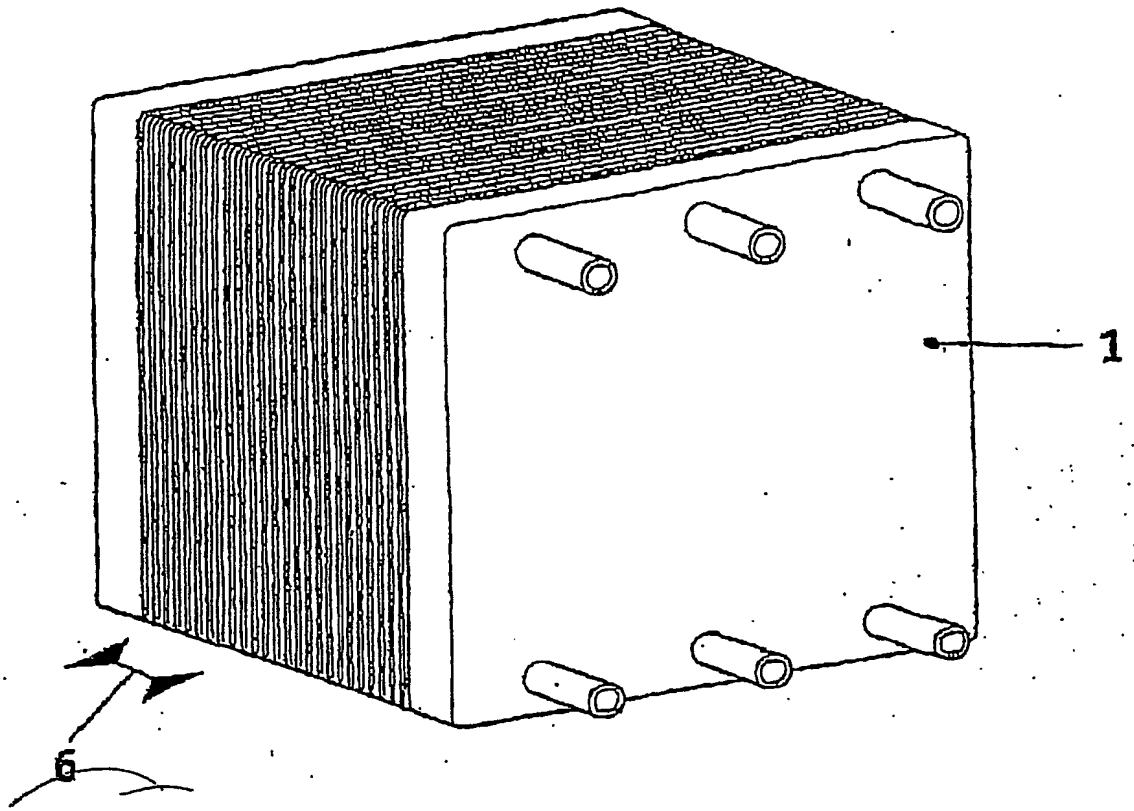


Fig. 2a a

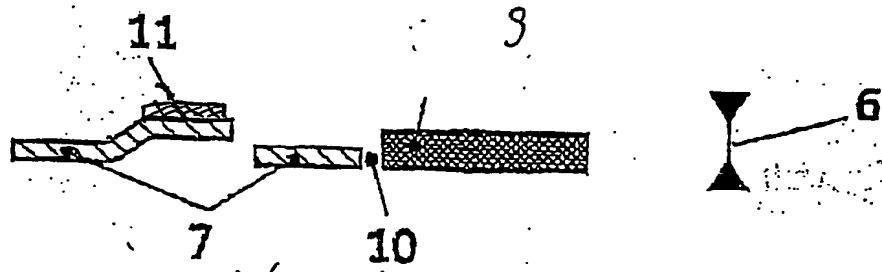


Fig. 2a b

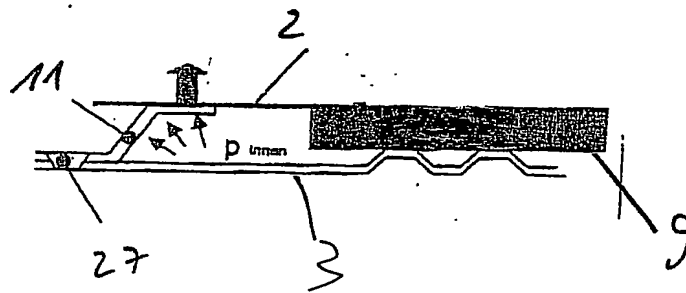
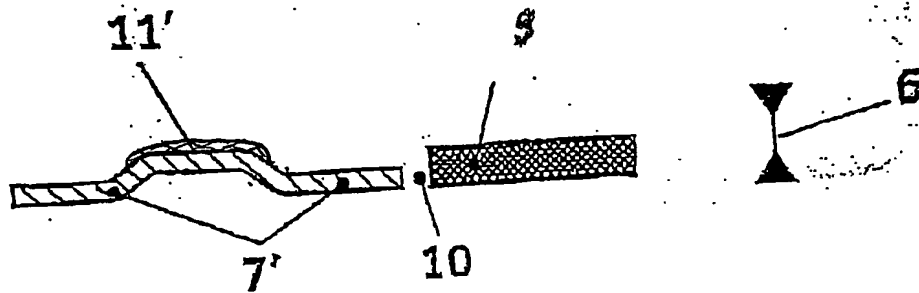
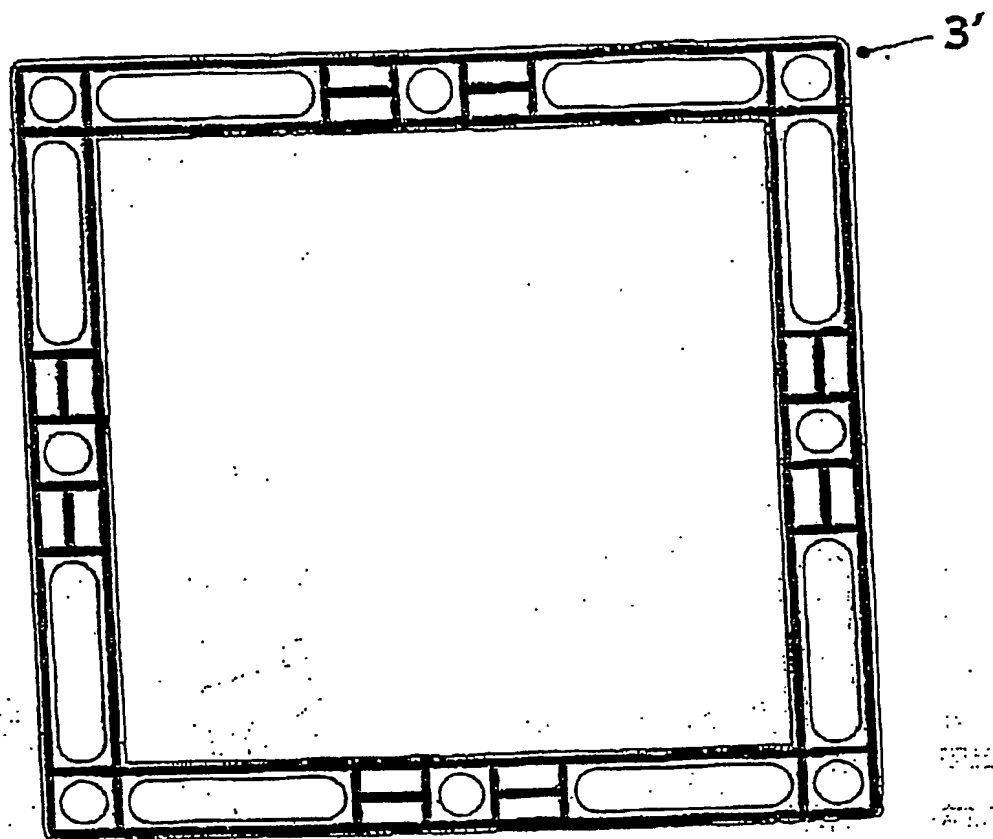


Fig. 2b



121100 B

Fig. 2c



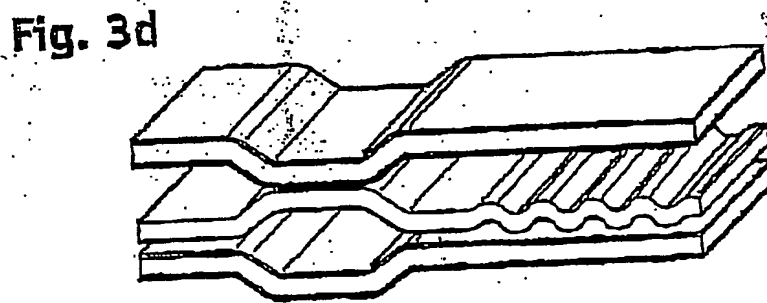
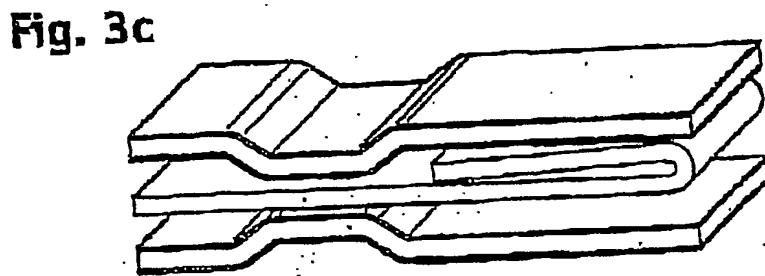
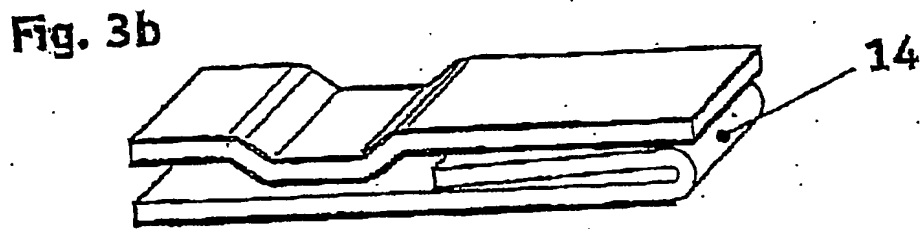
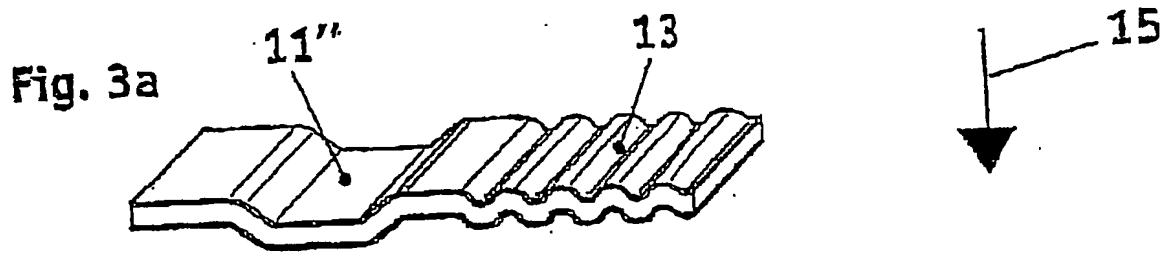


Fig. 4

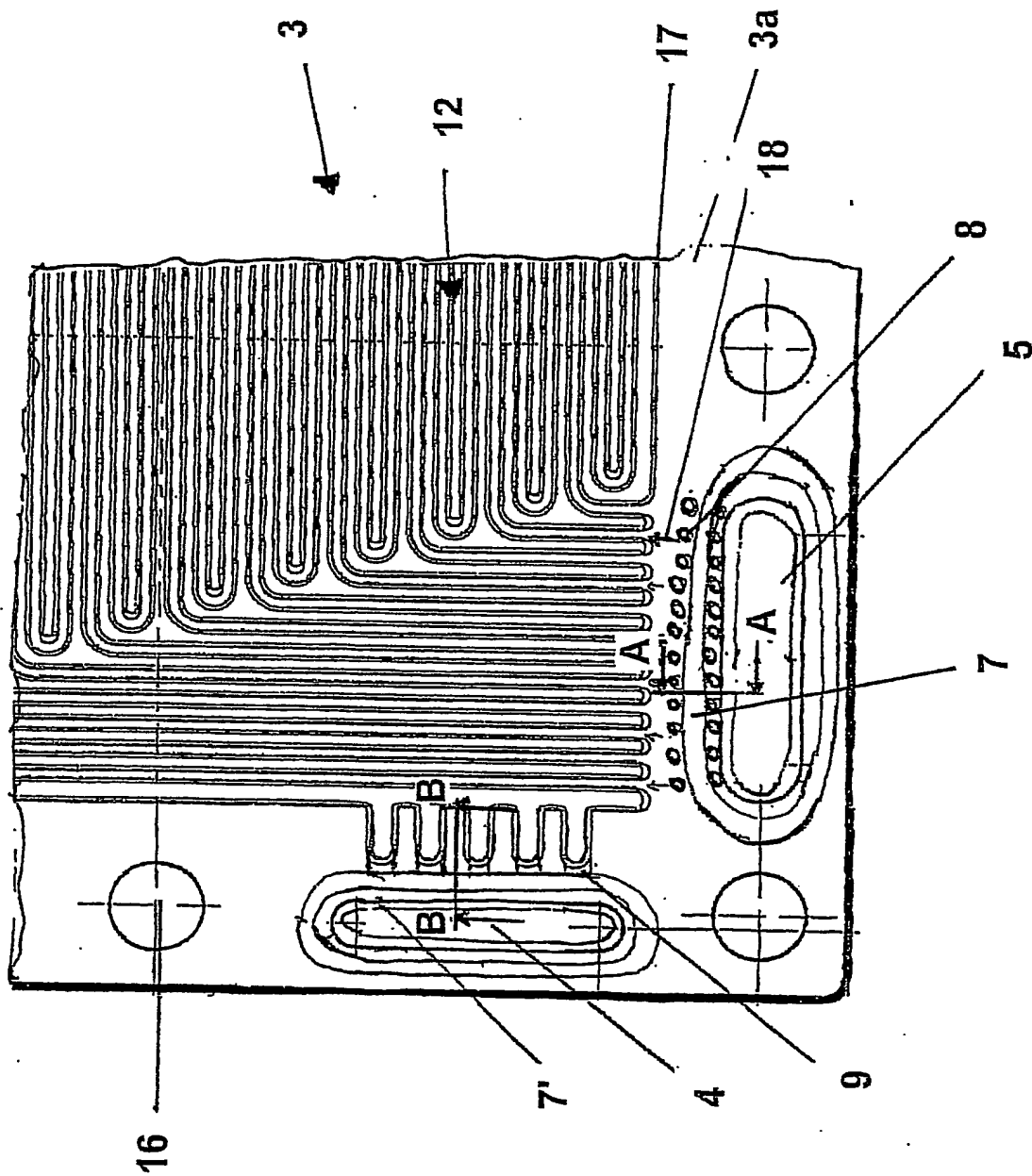


Fig. 5a

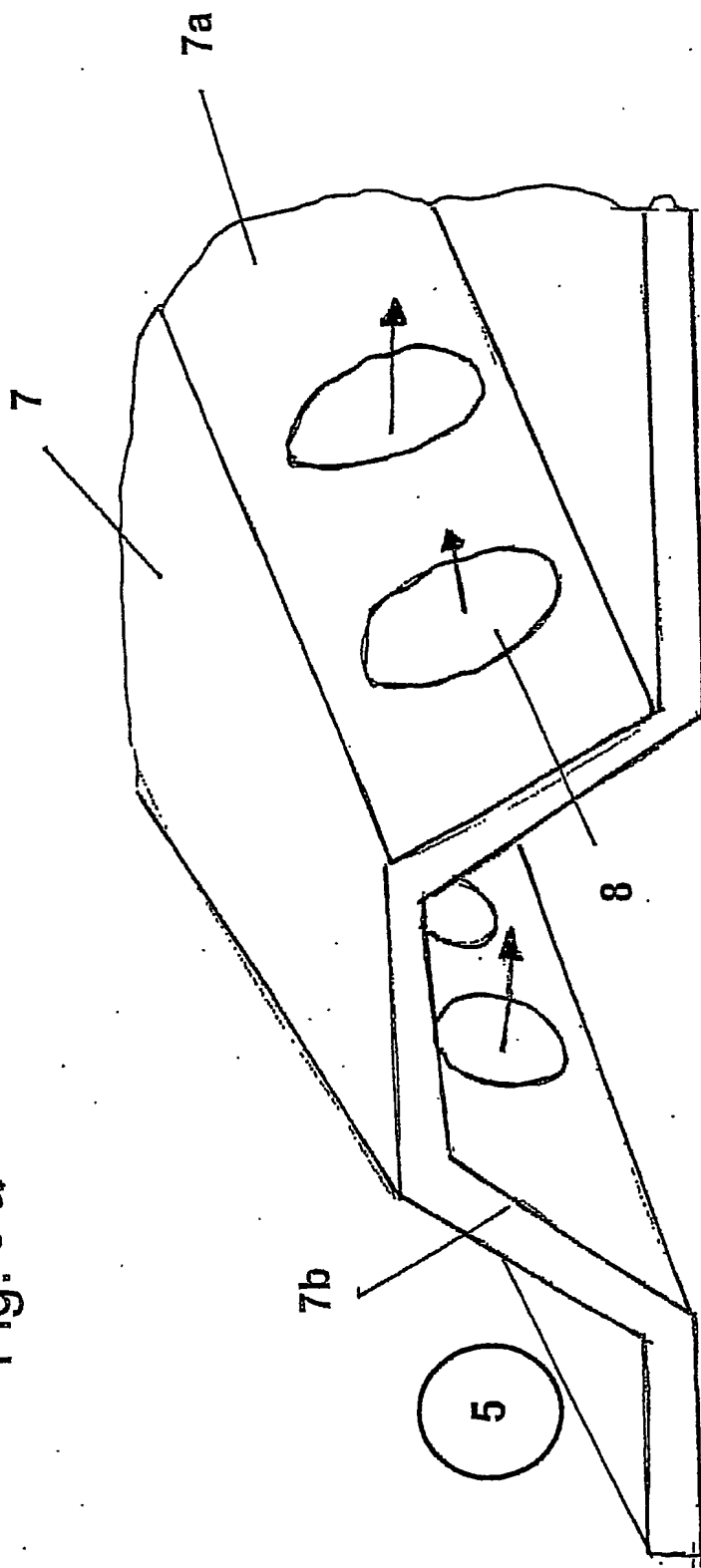


Fig. 5b (Schnitt A-A)

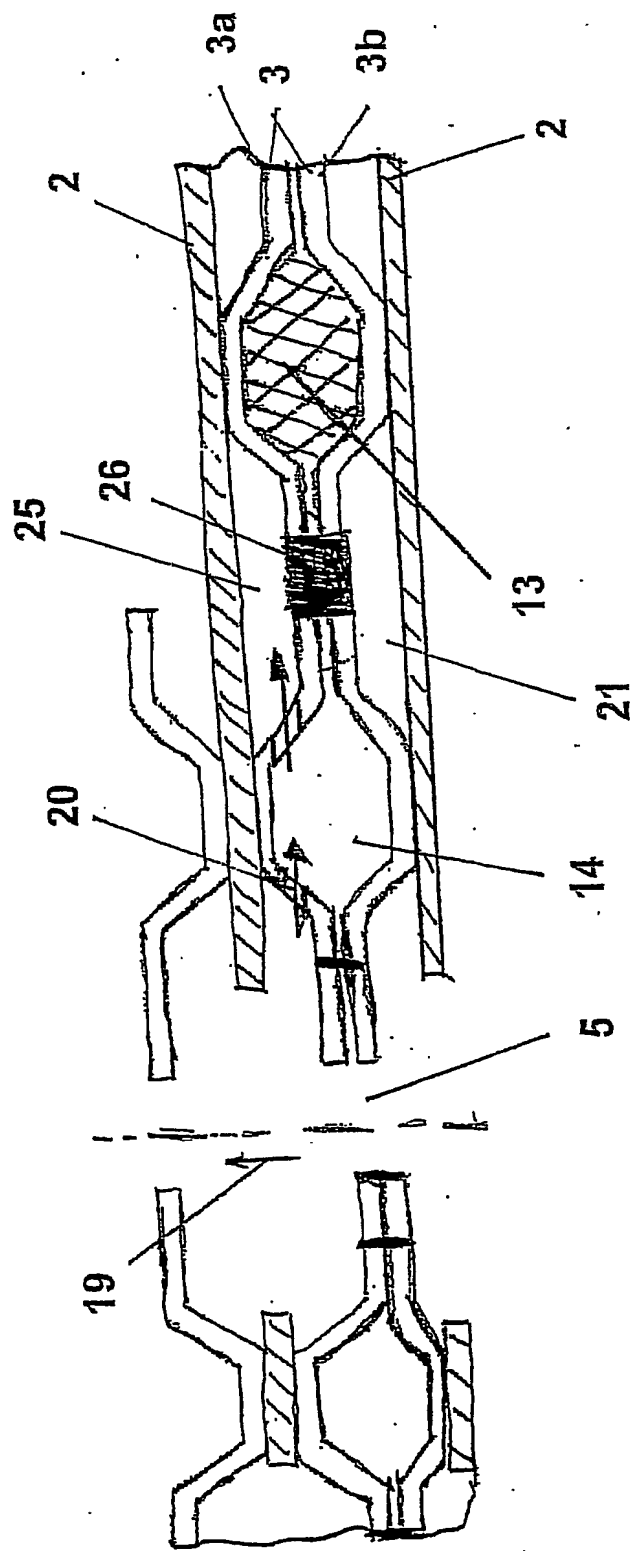


Fig. 6a

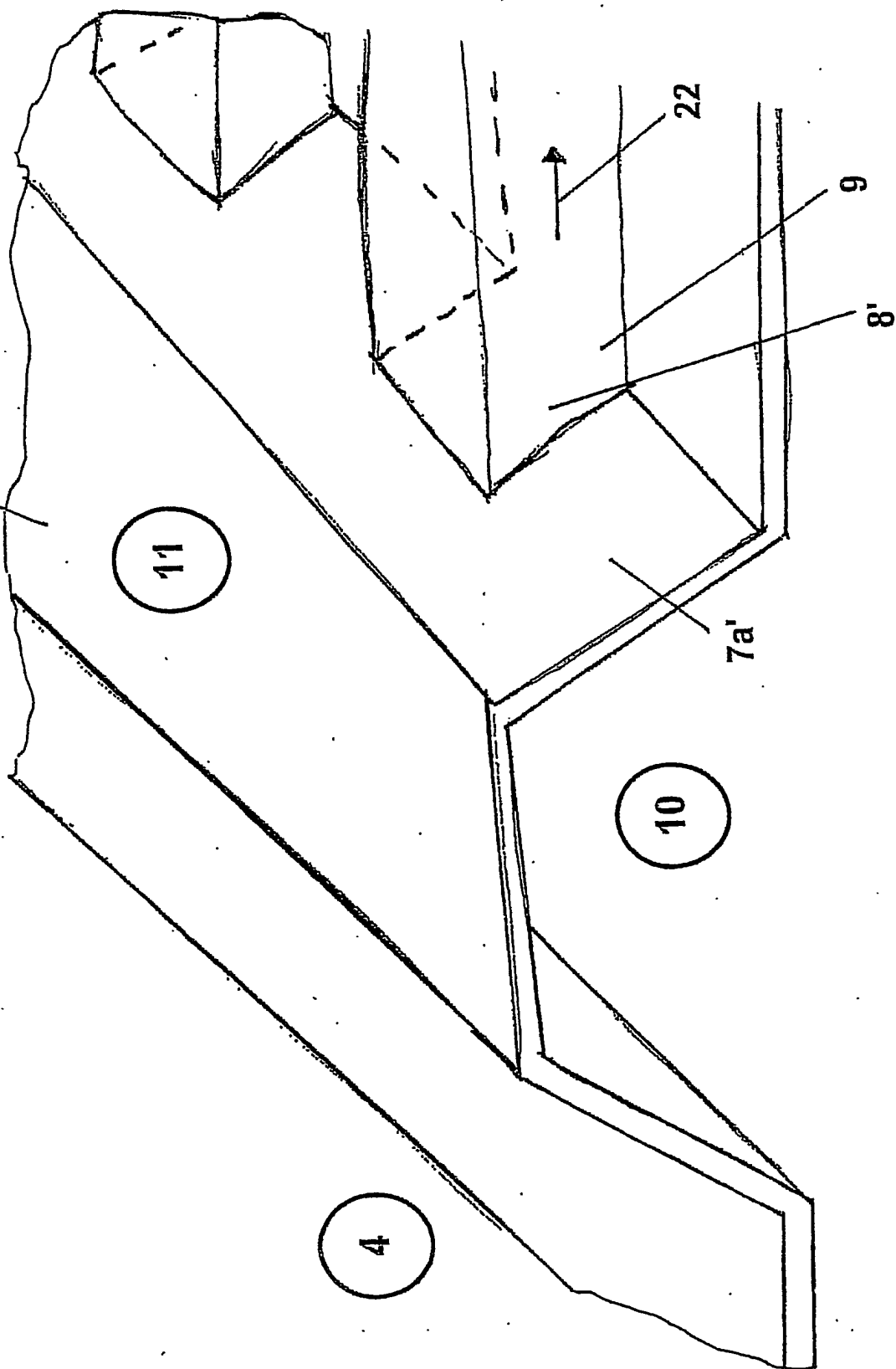


Fig. 6b

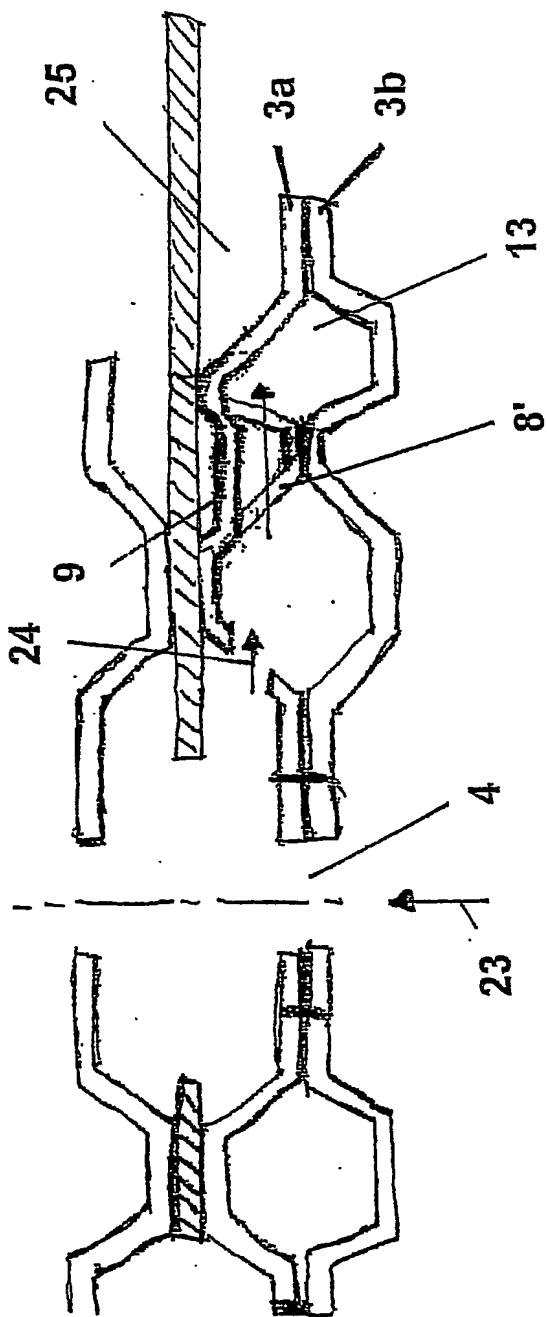


Fig. 6c

